©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Pilze in Gebäuden – von Schimmel und Hausschwamm

Martin Kirchmair* & Sigrid Neuhauser

Abstract: Indoor mycology is becoming an important field in building biology and hygiene. As we spend most of our time in indoor environments its climate affects personal well-being and health. Besides temperature and moisture, and chemical components like furniture and carpet fumes, microorganisms are main factors influencing indoor climate. In this article we summarise cause and effect of fungi growing in indoor environments. Reasons for mould growth on walls and furniture as well as the destructive effects of wood rotting fungi are discussed. We touch on health problems associated with mould growth but concentrate on the examination of damage caused by fungal growth and on guidance for their selective improvement.

Zusammenfassung: Die Innenraummykologie gewinnt in der Baubiologie und in der hygienischen Beurteilung des Raumklimas immer mehr an Bedeutung. Da wir den Großteil unserer Zeit in geschlossenen Räumen verbringen, hat das Raumklima einen nicht zu unterschätzenden Anteil am persönlichen Wohlbefinden und der Gesundheit. Neben Temperatur und Raumluftfeuchte, chemischen Faktoren wie Ausdünstungen von Möbel und Teppichen beeinflussen Mikroorganismen das Innenraumklima. Der vorliegende Artikel soll eine Übersicht bieten, wie Pilze Innenräume besiedeln und welche Schäden durch Pilzwachstum entstehen können. Die gesundheitlichen Aspekte von Schimmel im Innenraum werden nur kurz erwähnt. Das Hauptaugenmerk liegt auf Nachweismethoden, der Bewertung und den Sanierungsmöglichkeiten von Schimmelschäden und Befall durch holzzerstörende Pilze.

Key words: Indoor, moulds, wood rotting fungi, *Serpula lacrymans*.

*Correspondence to: martin.kirchmair@uibk.ac.at

Address: Institut für Mikrobiologie, Universität Innsbruck, Technikerstr. 25, 6020 Innsbruck, Austria.

EINLEITUNG

Wir verbringen weit mehr Zeit in geschlossenen Räumen als im Freien, die meiste Zeit davon im eigenen Heim. Neben dem Wunsch, sich schön einzurichten, wächst angesichts steigender Umweltbelastungen das Bedürfnis, gesund zu wohnen. Unser Raumklima wird nicht nur durch die Raumtemperatur beeinflusst, neben Luftfeuchtigkeit und Ausdünstungen aus Farben, Möbeln, Bodenbelägen oder Elektrogeräten, rücken in diesem Zusammenhang auch Mikroorganismen, vor allem Schimmelpilze bzw. ihre Stoffwechselprodukten immer mehr in den Mittelpunkt des Interesses. Doch wie gefährlich sind Schimmelpilze in Innenräumen wirklich? Zehntausende verschiedene „Schimmelpilzarten" sind beschrieben. Tausende können in Innenräumen gefunden werden. Sie bewachsen verschiedene Untergründe und stellen

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Tab. 1: Relevante Pilzarten in Innenräumen: Indikator-Pilze (a_w, Wasseraktivität).

	Natürliches Vorkommen	Vorkommen im Innenraum	a_w-Wert
Nach Wasserschäden			> 0,9
Stachybotrys chartarum	Erde, Heu, Papier	Gipskartonplatten, Tapeten	
Fusarium spp.	Feuchte Erde	Gipskartonplatten, Tapeten	
Chaetomium globosum	Holz, Heu, Erde	meist an Holz	
An Baumaterialien mit relativ hoher Feuchte			0,8-0,9
Ulocladium chartarum	Erde, Dung, Pflanzen	Gipskartonplatten, Tapeten, Holz	
Aspergillus versicolor	Heu, Trockenfrüchte	bei ausreichender Substratfeuchte überall	
Penicillium chrysogenum	Heu, Trockenfrüchte	bei ausreichender Substratfeuchte überall	
Cladosporium shaerospermum	Pflanzenreste, Heu, Textilien	an Wänden , häufig in Badezimmern	
Alternaria alternata	Pflanzenreste, Heu, Textilien	an Wänden	
An Baumaterialien mit relativ niederer Feuchte			0,7-0,8
Aspergillus penicilloides	Heu, Trockenfrüchte	an Wänden	
A. restrictus	Heu, Trockenfrüchte	an Wänden	
Eurotium spp.	Pflanzenreste, Heu,	überall	
Wallemia sebi	Heu, Trockenfrüchte, Erde	an Wänden, Tapeten, Holz	

unterschiedliche Ansprüche an die Substratfeuchte. Auch wenn im Zusammenhang mit Schimmelpilzen Hysterie nicht angebracht ist, ist Schimmelbildung in Innenräumen nicht nur ein kosmetisches Problem. Dauerhafter Aufenthalt in mit Schimmel belasteten Räumen kann zu gesundheitlichen Problemen führen: Epidemiologische Studien geben Hinweise auf einen Zusammenhang zwischen Schimmelpilzexpositionen und Atemwegsbeschwerden (World Health Organisation 2009, Mendell et al. 2011), trotzdem sind Aussagen über eine Dosis- Wirkungsbeziehung zwischen der Schimmelpilzexposition in Innenräumen und gesundheitlichen Beschwerden der Bewohner nicht möglich.

Von Laien gerne mit „Schimmel" verwechselt aber ein Problem ganz anderer Art sind holzzerstörende Pilze, darunter der gefürchtete „Echte Hausschwamm" *Serpula lacrymans*. Während Schimmelbefall meist relativ leicht sanierbar ist, da Bausubstanz nur wenig angegriffen wird, kann die Sanierung eines Befalls mit holzzerstörenden Pilzen extrem teuer, in seltenen Fällen gar unmöglich werden.

URSACHEN VON SCHIMMELBILDUNG UND HOLZFÄULEN

Pilzsporen sind natürlicherweise ständig in der Luft vorhanden und daran angepasst, beinahe jedes Substrat zu besiedeln, solange ausreichend Feuchtigkeit vorhanden ist. Je nach Untergrund und Feuchte können verschiedene Pilzarten ökologische Nischen im Innenraum besetzten (Tab. 1). Was wie schnell wächst hängt im Wesentlichen vom Untergrund (Substrat), der Temperatur sowie dem Ausmaß der Feuchtigkeit ab. Letztere wird in der Literatur oft als Wasseraktivität (a_w-Wert) angegeben. Dabei bezeichnet der a_w-Wert die relative Luftfeuchte über dem Substrat, wobei $a_w = 1$ einer relativen Luftfeuchte von 100% über dem Substrat (Kondenswasserbildung) entspricht. Für das Wachstum von Pilzen an Baustoffen ist aber nicht zwangsläufig Kondenswasserbildung notwendig. Trockene Baustoffe werden nicht besiedelt, während ab einem a_w = 0,7 Schimmelwachstum möglich ist. Es mag zwar paradox erscheinen, aber die Indikatorpilze für feuchte Baustoffe sind oft trockenliebende (=xerophile) Arten. Häufige Pilze, die auch in der Außenluft gefunden werden, bevorzugen feuchtere Substrate. Vor allem zellulosehaltige Baustoffe wie Gipskartonplatten oder mit Stroh versetzter Lehmputz werden bei Wasserschäden relativ rasch von Pilzen besiedelt. Häufig findet man auf diesen Substraten den im Englischen auch als „toxic mold" (Gift-

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

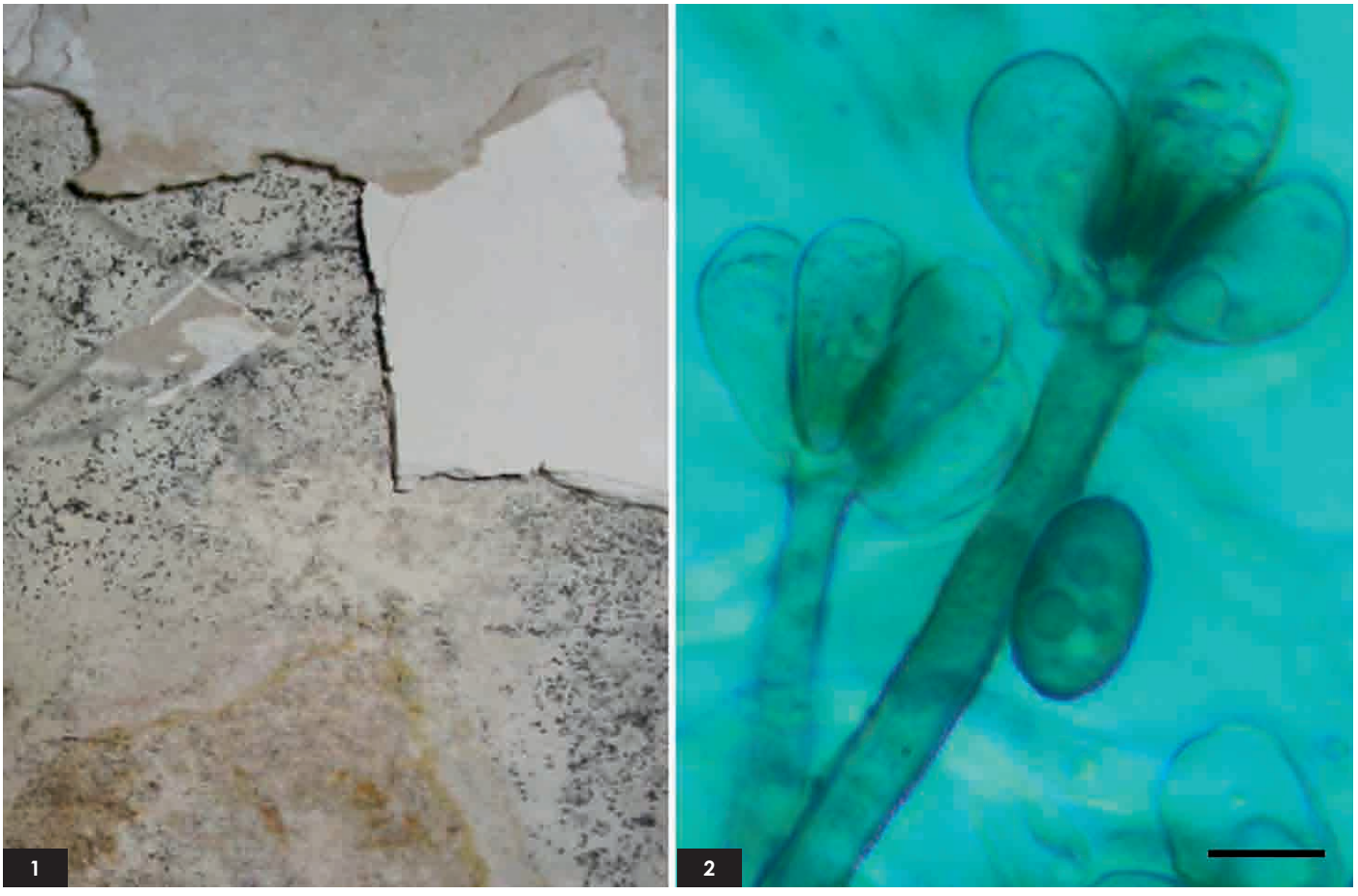

Abb. 1-2: *Stachybotrys chartarum*: **1**, befallener Gipskarton, **2**, Konidienträger von *S. chartarum* (Bar = 5 µm).

schimmel) bezeichnten *Stachybotrys chartarum* (Abb. 1-2).

Wie alle Baustoffe wird auch Holz von Pilzen befallen, wobei hier verschiedene Symptome zu unterscheiden sind. „Schimmelpilze" wie *Cladosporium* spp. befallen feuchtes Holz und führen zu Verfärbungen, wobei die Holzsubstanz selbst nicht angegriffen wird (Abb. 3-4). Die Bausubstanz wird durch Pilze dieser Klasse allerdings nicht bemerkenswert angegriffen. Ist Holz länger nass (über der Fasersättigung von 28% relative Holzfeuchte), wie es bei (schleichenden) Wasserschäden der Fall sein kann, wird Holz von verschiedenen holzzerstörenden Pilzen befallen, die die Baussubstanz selber angreifen und daher ein ernstzunehmendes Problem sind. Welche Pilze Holzfäulen verursachen, hängt vorwiegend von der Holzart und der Holzfeuchte ab. Im Folgenden seien nur zwei häufige Beispiele erwähnt.

Zaunblättlinge (*Gloeophyllum sepiarium*)verursachen im befallenen Holz eine schnell fortschreitende Braun- bzw. Destruktionsfäule. Das Holz verliert an Gewicht, nimmt eine bräunliche bis braunrote Färbung an und zerfällt schließlich würfelig, da vorwiegend das Zellulosegerüst abgebaut wird. Die Arten der Gattung *Gloeophyllum* können auch in Holz mit nur 12% relative Feuchte mehrere Jahre überleben. Ihr Optimum liegt zwischen 40% und 60% relativer Feuchtigkeit im Holz. Höhere Temperaturen (ca. 25 - 30° C) begünstigen das Wachstum dieser Pilze, wobei sie auch gegenüber Temperaturen von über 40° C durchaus resistent sind (Schmidt 1994). Die durch diese Pilze hervorgerufenen Fäule wird auch als „Innenfäule" bezeichnet: Der Grund für diesen Namen ist einfach: äußere Holzschichten erscheinen lange Zeit intakt, während im Inneren bereits eine weitgehende Vermorschung des Holzes stattfindet. Die Blättlinge treten meistens als Zerstörer von Nadelholzfensterrahmen unangenehm in Erscheinung. Innerhalb von Gebäuden kommen sie nach Wasserschäden oder bei fehlerhaftem Aufbau im Dachbereich vor (Abb. 5-6).

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Abb. 3-4: *Cladosporium sphaerospermum*: **3**, dunkle Verfärbungen an einer Holzfaserplatte, **4**, Konidien von *C. sphaerospermum* (Bar = 5 µm).

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Abb. 5-6: *Gloeophyllum sepiarium*: 5: Fruchtkörper an einer Holzfasade. 5: Dunkelform von *Gloeophyllum sepiarium* mit ausgeprägter Braunfäule in einer Zwischendecke verursacht durch eine undichte Duschwanne.

Der Hausschwamm (*Serpula lacrymans*) entwickelt sich vorerst an von Zugluft gut geschützten Stellen, wie zum Beispiel hinter Holzverkleidungen. Es ist daher für Laien kaum möglich, einen Hausschwammbefall in seiner Anfangsphase zu erkennen. Der Befall wird erst dann auch für den ungeübten Betrachter deutlich, wenn sich Sporenpulver massiv als rostbrauner Staub in betroffenen Räumen verbreitet (Abb. 7). Zu diesem Zeitpunkt sind meist schon größerer Bereiche befallen, und das verbaute Holz ist stark angegriffen. Der echte Hausschwamm ist der gefährlichste der holzzerstörenden Pilze. Der Hausschwamm ist durch seine besondere Enzymausstattung befähigt, u. a. Zellulose abzubauen und wird aus diesem Grund als Braunfäuleerreger bezeichnet. Befallenes Holz wird rotbraun, zerfällt würfelig und kann schließlich zwischen den Fingern zu einem feinen Pulver zerrieben werden.

Der gefürchtete Holzzerstörer befällt zunächst nur feuchtes Holz. Dann breitet sich der Pilz vom Infektionsherd mittels Myzelsträngen (bis zu millimeterdicke, weiße, schnurartige oder watteartige Stränge) aus, mit deren Hilfe er für ihn „ungünstige Stellen" überwindet. Beim Abbau der Zellulose und der Besiedelung von Kalkmörtel an Mauerwerk setzt er das chemisch gebundene Wasser frei und kann sich damit die für seine Entwicklung notwendige Feuchtigkeit selbst beschaffen. Dadurch ist er nur in seiner Initialphase auf genügend äußere Feuchtigkeit - sprich nasses Holz - angewiesen. Gerade durch diese Eigenschaften kann Hausschwamm auch in ansonsten relativ trockene Bauwerke relativ leicht durch infiziertes Altholz eingeschleppt werden(WTA Merkblatt 1-2-05/D). Die Gefahr einer Einschleppung durch infizierte Holzteilte ist daher oft wesentlich größer als eine „natürliche" Infektion durch Sporen.

Unter für den Pilz günstigen Bedingungen werden von den Fruchtkörpern Unmengen an Sporen gebildet, welche in den befallenen Räumen als ziegelroter Staub festzustellen sind. Die Keimung der Sporen sowie die maximale Myzelentwicklung erfolgt bei 23° C (± 3° C). Den wesentlichen Faktor für die Infektion und Ausbreitung stellt die Feuchtigkeit des Holzes und des umgebenden Medium (Luftraum, Boden usw.) dar.

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Abb. 7: *Serpula lacrymans*. Frische Fruchtkörper des Echten Hausschwammes.

GESUNDHEITLICHE BEEINTRÄCHTIGUNGEN DURCH SCHIMMELBILDUNG IM INNENRAUM:

Auf medizinische Aspekte wird im Folgenden nur kurz eingegangen. Für eine ausführlichere Erörterung der medizinisch relevanten Pilze sei auf einen weiteren Artikel in dieser Ausgabe verwiesen (Buzina 2012)

Schimmelpilzallergien:

Schimmelpilze bilden Unmengen von Sporen. Diese sind potente Allergene, besonders wenn man über längere Zeit einer hohen Sporenbelastung ausgesetzt ist (Tischer et al. 2011). In der Immunologie unterscheidet man unterschiedliche Subtypen, von denen zwei in Bezug auf Pilzsporenbelastung von besonderer Bedeutung sind:

- Die Symptome der Typ I Allergie treten sofort nach dem Kontakt mit dem Allergen auf (Sofortreaktion). Ein typisches Beispiel für diesen Typ ist der Heuschnupfen.
- Die exogen allergische Alveolitis (EAA), eine klassische Typ III Allergie, wird durch wiederholten Kontakt mit hohen Konzentrationen an Bioaerosolen ausgelöst. Die Symptome sind spontanes Fieber, Schüttelfrost, Kopfschmerzen, Muskel- und Gelenkschmerzen, Atembeschwerden sowie chronischer Husten. In schlimmen Fällen kann es zu dauerhaften Schädigung des Lungengewebes kommen (z.B. Farmerlunge).

Toxische Effekte

Einige nicht allergische Reaktionen wie das „organic dust toxic syndrome“ (ODTS), sind noch nicht vollständig geklärt, aber es scheint bei großer Belastung mit organischen Stäuben nicht selten zu sein. Das ODTS ist eine Erkrankung mit erkältungsartigen Symptomen. Im Gegensatz zur EAA sind die zugrunde liegenden pathogenen Mechanismen aber nicht immunologischer Natur (Widmeier & Holz 2007). Die genauen Auslöser des ODTS sind zwar nicht bekannt doch werden neben bakteriellen Endotoxinen auch Pilzsporen und Mykotoxinen (Pilzgifte) eine entscheidende Rolle zugeschrieben.

“Sick building syndrome“ (SBS) ist ein Begriff der Symptome beschreibt, welche durch ein schlechtes Raumklima hervorgerufen werden. Die Beschwer-

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Tab. 2: Beispiele von flüchtigen Stoffwechselprodukten innenraumrelevanter Schimmelpilze (nach Umweltbundesamt Berlin 2002).

	Stoffwechselprodukte	Biogene Wirkung
Stachybotrys chartarum	Typ C Trichothecene	Stark zytotoxisch
Chaetomium globosum	Geosmin	Geruchsaktiv (modrig, erdig)
Aspergillus versicolor	Geosmin, Sterigmatocystin	Geruchsaktiv (modrig, erdig), krebserregend

den reichen von Schleimhaut- und Augenreizungen bis hin zu Kurzatmigkeit, Husten und Übelkeit. Beim Verlassen der „krank machenden Häuser" verschwinden die Symptome. Obwohl es wahrscheinlich mehr als nur eine Ursache für SBS gibt, werden in der Literatur vermehrt Pilze als kausatives Agens genannt (Strauss 2009). Von so genannten mikrobiellen flüchtigen organischen Verbindungen (engl.: microbial volatile organic compounds; MVOC) die als sekundäre Stoffwechselprodukte von verschiedenen Pilzen in die Luft abgegeben werden, wird ein negativer Einfluss auf die Gesundheit der Bewohner angenommen (Tab. 2).

Infektionen:

Infektionen sind im Allgemeinen ein vernachlässigbares Risiko bei Schimmelbefall in Innenräumen (Reboux et al. 2011). Gefährdet sind nur Personen mit schlechten Immunstatus (z. B. künstliche Immunsupression). Solche Personen müssen erhöhte Sporenbelastung unbedingt meiden.

Eine erhöhte Sporenbelastung ist bei feuchten Wänden oder in der Nähe von Baustellen zu erwarten. Unter Umständen ist – bei entsprechender Prädisposition, wie einem schlechten Immunstatus oder einer starken Allergie gegen Schimmelpilzsporen – ein Übersiedeln in Wohnungen mit geringerem Keimgehalt in der Luft notwendig.

BAUBIOLOGISCHE UNTERSUCHUNGSMETHODEN BEI SCHIMMELBEFALL

Je nach Art der Schimmelbelastung kommen andere Untersuchungsmethoden zum Einsatz. Einen guten Überblick darüber liefert der „Schimmelpilz-Leitfaden" (Umweltbundesamt Berlin 2002).

Bei sichtbarem Schimmelpilzbefall erfolgt die Probenahme als Oberflächen- oder Materialproben (Klebestreifenpräparat, Abklatsch, Abschabprobe, Bohrkerne etc.), bei „verstecktem Pilzbefall" als Luftprobe. Üblicherweise werden zunächst die lebensfähigen Keime bestimmt (viable Sampling). Die im Folgenden kurz beschriebenen Methoden entsprechen den Empfehlung der VDI-Richtlinie 4300 Blatt 10 bzw. den Normen DIN ISO 16000-16 – 19.

Die Luftproben werden mit Hilfe eines „Airsamplers" genommen, wobei im Wesentlichen zwei Methoden zum Einsatz kommen: Filtration und Impaktion. Bei ersterer wird ein definiertes Luftvolumen durch einen Gelatinefilter filtriert und der Filter auf einen geeigneten Nährboden aufgelegt. Impaktsampler „blasen" ein definiertes Luftvolumen direkt auf den Nährboden. Als Nährmedien werden MEA (2%iger Malzextraktagar: Vollnährmedium für Pilze) bzw. DG18-Nährböden (Dichloran-Glycerin-Agar: Nährmedium für Pilze, die an trockene Substrate angepasst sind) verwendet. Die im Laufe von mehreren Tagen wachsenden Kolonien (gezählt als KBE = Koloniebildende Einheiten) können beobachtet werden. Die Platten werden bei 25° C bebrütet. Nach sieben Tagen werden die Kolonien ausgezählt. Um auch langsam wachsende Keime erfassen zu können, werden die Platten weiter bei 25° C inkubiert und an den darauf folgenden Tagen täglich kontrolliert. Als Referenzwert wird die Außenluft beprobt.

Da die „natürliche Belastung" durch Pilzsporen in der Luft stark schwankt, ist es nicht möglich, einen einzelnen Richt- oder Grenzwert für eine Pilzbelastung in Luft- oder Staubproben anzugeben. In Innenräumen kommt der Pilzartenzusammensetzung eine wesentlich größere Bedeutung zu als der Gesamtkonzentration an Pilzsporen. Auch wenn kein sichtbarer Befall festgestellt werden kann, weist eine höhere Anzahl an „Indikator-Pilzen" (Tab. 2) auf ein (verstecktes) Schimmelpilzproblem hin. Arten, denen eine relevante gesundheitliche Bedeutung zukommt (z. B. *Stachybotrys chartarum*), sind besonders kritisch zu beurteilen. Generell ist eine Beurteilung der Schimmelpilzbelastung im Innenraum nur im Vergleich mit der Außenluft möglich.

Zur Erfassung der gesamten Schimmelpilzbelastung in einem Innenraum gehört jedoch auch die Erfassung der nicht-lebensfähigen Keime (non - viable Messung) bzw. der Pilze, die sich schwer mithilfe von Kulturmethoden nachweisen lassen. Ein wichtiger Vertreter der letzten Gruppe ist *Stachybotrys chartarum*. Für eine sogenannte

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

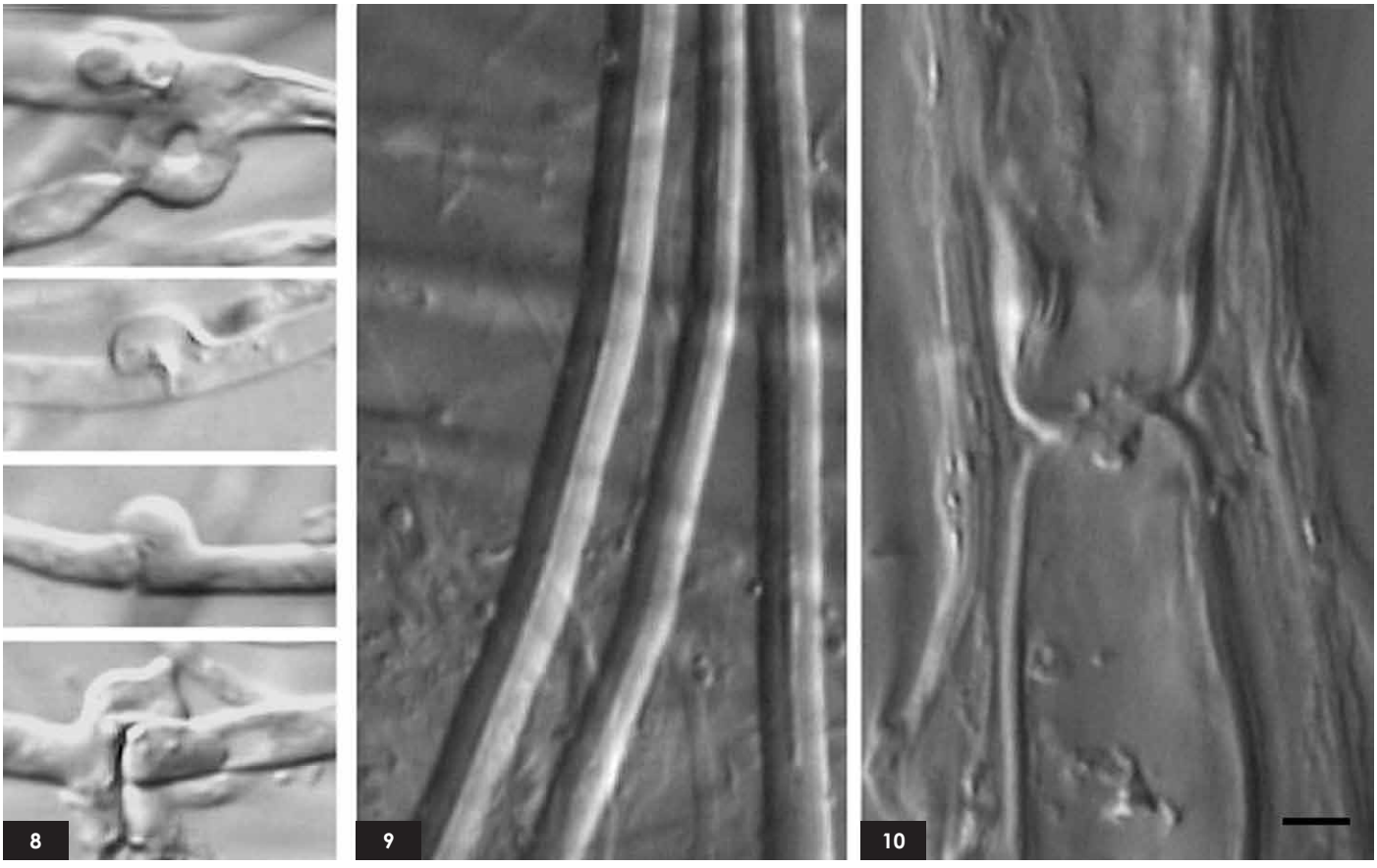

Abb. 8-10: Hyphentypen In Rhizomorphen (Myzelsträngen) von *Serpula lacrymans*: **8**, generative Hyphen mit Schnallen, **9**, dickwandige, unseptierte Faserhyphe, **10**, weitlumige Gefäßhyphen (Bar = 5 µm).

„non-viable-Messung" wird eine definierte Raumluftmenge auf einen „klebrigen" Mikroskop -Objektträger geblasen. Die Pilzsporen können dann direkt im Lichtmikroskop beobachtet werden. Anhand der Sporen ist allerdings nur eine grobe Bestimmung der Pilzarten möglich. Beispielsweise können so Sporen vom *Penicillium/Aspergillus* Typ nachgewiesen werden, wobei eine genauere Bestimmung nicht möglich ist. Andere Pilze, wie zum Beispiel *Stachybotris chartarum* besitzen sehr charakteristische Sporen, die eine genauere Determination zulassen.

Schimmelpilze beeinträchtigen das Raumklima nicht nur durch Sporenbildung sondern auch durch das Ausscheiden flüchtiger organischen Verbindungen (MVOC). Obwohl toxisch sind diese MVOCs im Innenraum dahingehend kaum relevant, da normalerweise nur geringe Konzentrationen in der Raumluft vorkommen. Eine Ausnahme bilden allerdings verschiedene Metabolite von *Stachybotrys chartarum* (Typ 3 Trichotecene), die im Innenraum sehrwohl relevante Konzentrationen erreichen können. Allerdings sind MVOC recht geruchsintensiv. MVOC sind Stoffe verschiedener chemischer Klassen wie Alkohole (3-Okten-1-ol, verantwortlich für den typischen Pilzgeruch; 3-Methyl-1-Butanol verantwortlich für den typischen Schimmelgeruch), Ketone (z. B. 3-Oktanon) und andere mehr. Der Nachweis der MVOC kann als Indikator für versteckten Schimmelbefall herangezogen werden (Umweltbundesamt Berlin 2002). Mit einer Vakuumpumpe wird die Luft durch ein geeignetes Sammelmedium (Aktivkohle, Tenax) gezogen. Die MVOC werden reversibel an das Medium gebunden und können im Labor mittels Gaschromatographie quantifiziert werden.

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

Untersuchungen von Holzproben und Hausschwammdiagnose

Da Hausschwamm wesentlich aggressiver als andere holzzerstörende Pilze ist, ist auch die Sanierung aufwändiger und kostenintensiver. Eine zuverlässige Diagnose von Hausschwammbefall ist daher unbedingt notwendig. Wenige Probleme bereitet das Bestimmen der Fruchtkörper, die sich deutlich von allen anderen „Hausfäulepilzen" unterscheiden. Wesentlich schwieriger gestaltet sich allerding die Bestimmung von Oberflächenmyzelien und Myzelsträngen (Rhizomorphe). Mit viel Erfahrung lassen sich Rhizomorphe des Hausschwammes mikromorphologisch erkennen, und von denen anderer Holzzerstörer unterscheiden. Im Wesentlichen werden die bereits von Falck (1912) zur „Strangdiagnose" verwendeten Merkmale herangezogen. In den Myzelsträngen findet man generative Hyphen mit Schnallen, dickwandige und englumige Faserhyphe; als sicheres Merkmal gelten unter anderem die für den Hausschwamm typischen weitlumigen Gefäßhyphen (Abb. 8-10). Eine (scheinbar) sicherere Bestimmung versprechen molekularbiologische Untersuchungen basierend auf Proteinbestimmungen, spezifischen Antikörpern (immunologische Methoden) oder auf DNA-Sequenzen (Schmidt & Moreth 2006). Leider können molekularbiologische Methoden aufgrund ihrer Empfindlichkeit oftmals auch zu falsch negativen Ergebnissen oder bei Anflugkontamination auch zu falsch positiven Ergebnissen führen. Die Kenntnis der Morphologie und der typischen Symptome der Holzzerstörer ist für eine sichere Diagnose daher unumgänglich.

Sanierung von Schimmelschäden.

Im Positionspapier des Arbeitskreises Innenraumluft am Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft von 2011 wird als Ziel der Sanierung die vollständige Entfernung der Schimmelpilze genannt. „Eine bloße Abtötung reicht nicht aus, da auch von abgetöteten Schimmelpilzteilen allergische, reizende oder auch toxische Wirkungen ausgehen können." Eine oberflächliche Entfernung des Befalles ohne die Beseitigung der Ursachen ist nicht ausreichend (Arbeitskreis Innenraumluft 2011). Je nach Ausmaß des Schimmelschadens oder dem betroffenen Untergrund sind unterschiedliche Maßnahmen notwendig. So sollten Silikonfugen bei Fenstern und Türen von Zeit zu Zeit getauscht werden, auch wenn man bei dem häufig verwendeten schwarzen Fugenmaterial Schimmelwachstum erst bei genauerem Hinsehen erkennt. Gipskartonplatten werden bei Wasserschäden vorwiegend an der innenliegenden Kartonseite von verschiedenen Schimmelpilzen bewachsen. Häufig können dann typische Zelluloseabbauer darunter auch *Stachybotrys chartarum* nachgewiesen werden. Nach Wasserschäden muss daher die Innenseite der Gipskartonwände untersucht werden. Bauteilöffnungen oder endoskopische Untersuchungen sind in diesen Fällen daher unbedingt notwendig. Ein Austauschen von schimmelbefallenem Gipskarton ist häufig die Sanierungsmaßnahme der Wahl. Wie alle organischen Baustoffe wird auch Holz von Schimmelpilzen befallen, wobei meist nur die obersten Schichten (bis max. ca. 1 mm Tiefe) betroffen sind. Ein Entfernen dieser (z. B. durch Abhobeln) ist in vielen Fällen ausreichend, allerdings nicht falls ein Befall mit einem Holzzerstörer voliegt! Schimmelbefall von Holz darf nicht mit dem Befall holzzerstörender Pilze verwechselt werden (siehe unten), da die Folgen hier fatal sein können. Auch Mauerwerk und Beton ist nicht vor Schimmelbefall gefeit. Bei kleineren Schäden ist meist nur die Oberfläche betroffen, es genügt hier ein oberflächliches Entfernen. Wird Schimmelbefall nicht rechtzeitig saniert, können auch hier tieferliegende Schichten betroffen sein, sodass das Entfernen des Verputzes notwendig sein kann. Ein Nachdesinfizieren des entfernten Schimmelbefalles wird häufig empfohlen. Als bewährtes Mittel gilt Salicylspiritus (3 % Salicylsäure in 70% Ethanol). Die Ursache von Schimmelbefall ist immer eine Feuchtequelle, und wenn diese nicht beseitigt wird ist neuerliches Schimmelwachstum unvermeidlich.

Sanierung von Holzfäulen

Die Sanierung von Pilzbefall in Holz ist in der ÖNORM B 3802-3 bzw. DIN 68800-4 geregelt. Details zur chemischen Bekämpfung von Echtem Hausschwamm sind in der WTA Richtlinie 1-2-05/D aufgeführt. Wobei die Sanierung von echtem Hausschwamm gesondert geregelt ist. Wenn Befall mit dem Echten Hausschwamm ausgeschlossen werden kann genügt ein Entfernen der Holzteile im Umkreis von 30 cm über den erkennbaren Befall hinaus. Schnittflächen des verbleibenden Holzes sind mit vorbeugend wirksamen Holzschutzmitteln zu behandeln. Neuerlicher Wassereintritt muss selbstredend verhindert werden.

Im Unterschied zu anderen Holzzerstören kann Hausschwamm auch Mauerwerk gut durchwachsen. Eine Sanierung ist dementsprechend aufwendiger und daher auch kostspieliger. Bei Hausschwammbefall, auch wenn nur der Verdacht besteht, sind alle Holzteile mindestens 1,5 m über den erkennbaren Befall hinaus zu entfernen. Bei verputztem Mauerwerk ist der Putz mindestens 1,5 m über den erkennbaren Befall hinaus zu entfernen und das freigelegte Mauerwerk abzuflämmen. Abgeflämmtes Mauerwerk ist nach dem Austrocknen mit einem zugelassenen Schutzmittel zu behandeln. Soweit möglich ist bei Mauerwerk zusätzlich eine Tränkung im Bohrlochverfahren durchzuführen. Die Oberfläche sollte geflämmt und anschließend mit Schwammsperrmittel behandelt werden. Zugelassene Holzschutzmittel und Schwammsperrmittel sind den Holzschutzmittelverzeichnissen zu entnehmen (Arbeitsgemeinschaft Holzschutzmittel 2012).

©Biologiezentrum Linz, Austria, download www.biologiezentrum.at

LITERATUR

Arbeitsgemeinschaft Holzschutzmittel (2012). Österreichisches Holzschutzmittelverzeichnis 2012. 39. Auflage. — Arbeitsgemeinschaft Holzschutzmittel: 1-104.

Arbeitskreis Innenraumluft (2011). Positionspapier zu Schimmelpilzen in Innenräumen. — http://www.lebensministerium.at/umwelt/luft-laerm-verkehr/luft/innenraumluft/positionspapiere.html

Buzina W. (2012): Mykosen, Mykotoxikosen, Myzetismus, Mykophobien – Gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Pilze. — Stapfia **96**: 163-177.

DIN 68800-4 (2009): Holzschutz – Teil 4: Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen gegen Holz zerstörende Pilze und Insekten

DIN ISO 16000-16 (2008): Innenraumluftverunreinigungen- Teil 16: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme durch Filtration.

DIN ISO 16000-17 (2008): Innenraumluftverunreinigungen- Teil 17: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Kultivierungsverfahren.

DIN ISO 16000-18 (2012): Innenraumluftverunreinigungen- Teil 18: Nachweis und Zählung von Schimmelpilzen – Probenahme durch Impaktion.

DIN ISO 16000-19 (2010): Innenraumluftverunreinigungen- Teil 19: Innenraumluftverunreinigungen – Probenahmestrategie für Schimmelpilze.

Innenraumlufthygienekommision des Umweltbundesamtes (2002): Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen ("Schimmelpilzleitfaden") — Umweltbundesamt, Berlin: iv +1-76.

Mendell M. J., Mirer A. G., Cheung K., Tong M. & Douwes J. (2011): Respiratory and Allergic Health Effects of Dampness, Mold, and Dampness-Related Agents: A Review of the Epidemiologic Evidence. — Environ. Health Persp. **119** (6): 748-756.

ÖNORM B 3802-3 (2003): Holzschutz im Hochbau – Teil 3: Bekämpfungsmaßnahmen gegen Pilz- und Insektenbefall.

Reboux G., Bellanger A. P., Roussel S., Grenouillet F. & Millon L. (2011). Moulds in dwellings: Health risks and involved species. — Arch. Mal. Prof. Enviro. **72** (4): 352-362.

Schmidt O. (1994). Holz und Baumpilze. Biologie, Schäden, Nutzen. — Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York: ix + 1-246.

Schmidt O. & Moreth U. (2006). Molekulare Untersuchungen an Hausfäulepilzen. — Z. Mykol. **72** (2): 137-152.

Straus D. C. (2009): Molds, mycotoxins, and sick building syndrome. — Toxicol. Ind. Health **25** (9-10): 617-35.

Tischer C. G., Hohmann C., Thiering E., Herbarth O., Muller A., Henderson J., Granell R., Fantini M. P., Luciano L., Bergstrom A., Kull I., Link e., von Berg A., Kuehni C. E., Strippoli M. P. F., Gehring U., Wijga A., Eller E., Bindslev-Jensen C., Keil T. & Heinrich J. (2011): Meta-analysis of mould and dampness exposure on asthma and allergy in eight European birth cohorts: an ENRIECO initiative. — Allergy **66** (12): 1570-1579.

VDI 4300 Blatt 10 (2008): Messen von Innenraumluftverunreinigungen. Messstrategien zum Nachweis von Schimmelpilzen im Innenraum.

Widmeier S. & Holz P. (2007): Organic dust toxic syndrome (ODTS). — Praxis **96** (22): 887-892.

World Health Organisation (2009): WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. — WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark: xvi + 1-228.

WTA Merkblatt 1-2-05/D (2005). Der Echte Hausschwamm – Erkennung, Lebensbedingungen, vorbeugende Maßnahmen, bekämfende chemische Maßnahmen, Leistungsverzeichnis.